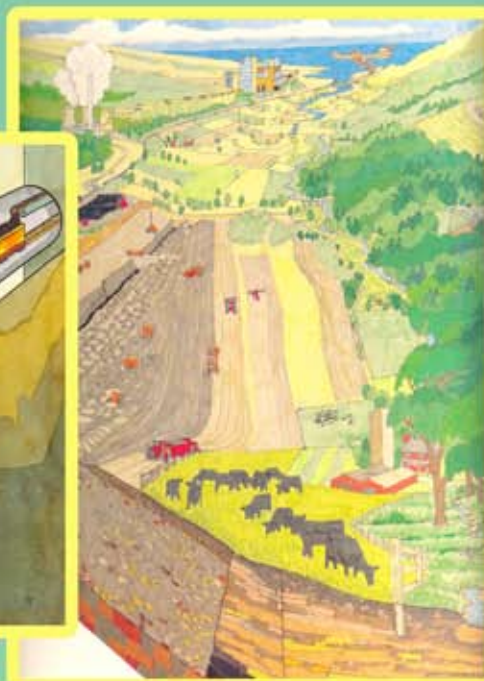


INTEGRATED INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
INTEGRISANI MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM

# TIORIR '11



## ***PROCEEDINGS ZBORNIK RADOVA***

***Volume 1, Knjiga 1***

***8th International Symposium Mine Haulage and Hoisting ISTI '11  
VIII Međunarodni simpozijum Transport i izvoz ISTI '11***

***International Symposium  
Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11  
Međunarodni simpozijum  
Održivi razvoj rudarstva i energetike ORRE 11***

***Zlatibor,  
September 11 – 15, 2011.***

**TIORIR '11**

**INTEGRISANI MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM – ISTI, ORRE i IRSE**  
**INTEGRATED INTERNATIONAL SYMPOSIUM – ISTI, ORRE i IRSE**

**September 11 – 15, 2011., Zlatibor, Hotel Mona**

**8<sup>th</sup> International Symposium Mine Haulage and Hoisting ISTI '11**  
***VIII Međunarodni simpozijum Transport i izvoz ISTI '11***

**International Symposium**  
**Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11**  
***Međunarodni simpozijum***  
***Održivi razvoj rudarstva i energetike ORRE 11***

**PROCEEDINGS**  
**ZBORNIK RADOVA**

Volume 1  
Knjiga 1

Urednik / Editor  
Prof. dr Miloš Grujić

Zlatibor,  
11 - 15. septembar 2011.

**ZBORNİK RADOVA / PROCEEDINGS**  
**Knjiga I / Volume 1**

**INTEGRISANI MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM – ISTI, ORRE i IRSE**  
**INTEGRATED INTERNATIONAL SYMPOSIUM – ISTI, ORRE i IRSE**

**VIII Međunarodni simpozijum Transport i izvoz ISTI '11**  
**8<sup>th</sup> International Symposium Mine Haulage and Hoisting ISTI '11**

**Međunarodni simpozijum Održivi razvoj rudarstva i energetike ORRE 11**  
**International Symposium Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11**

**Urednik/Editor:** Prof. dr Miloš Grujić

**Tehnički Urednik/Technical Editor:** Doc. dr Ivica Ristović

**Recenzenti/Reviewers:** Prof. Jerzy Antoniak, Politehnika Slaska, Gliwice, Poljska, Prof. Jan Boroška, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, Prof. Zoran Despodov, Rudarsko-geološki fakultet Štip, Makedonija, Prof. Carsten Drebestedt, Rudarska akademija Frajberg, Nemačka, Prof. Vladimir I. Galkin, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, Prof. Nediljka Gaurina-Međimurec, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska, Prof. Mircea Georgescu, Univerzitet Petrošani, Rumunija, Prof. Nebojša Gojković, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, Prof. Horst Gondek, Vysoka škola banska, Ostrava, Češka, Prof. Miloš Grujić, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, Prof. Jozef Hansel, AGH Krakow, Poljska, Prof. Monika Hardygora, Tehnički univerzitet Wroclaw, Poljska, Prof. Vencislav Ivanov, Rudarsko-geološki univerzitet Sofija, Bugarska, Prof. Ilias Nikolae, Univerzitet Petrošani, Rumunija, Akademik Borislav Jovanović, SANU Beograd, Prof. Nikolaj M. Kačurin, Tolski državni univerzitet, Tula, Rusija, Prof. Božo Kolonja, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, Prof. Dušan Malindžak, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, Prof. Daniela Marasova, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, Dr Miloš Milanković, Elektromreža Srbije, Prof. Lav A. Pučkov, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, Prof. Oleg N. Rusak, Međunarodna akademija nauka za ekologiju i bezbednost, Rusija, Prof. Evgenia E. Šeško, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, Prof. Miodrag Žikić, Tehnički fakultet, Bor, Doc. Ivica Ristović, Rudarsko-geološki fakultet Beograd

**Uređivački odbor/Editorial Board:** prof. dr Rudolf Tomanec, predsednik; prof. dr Dragan Ignjatović, šef Rudarskog odseka; prof. dr Nebojša Vidanović; prof. dr Lazar Kričak; prof. dr Dragan Đorđević; doc. dr Dejan Ivezić; doc. dr Vesna Karović-Maričić; Aleksandra Tomašević dipl.inž.rud.

**Izdavač/Publisher:** Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

**Za idavača/For publisher:** Prof. dr Vladica Cvetković

**Grafička priprema/Technical desing:** SaTCIP, Vrnjačka Banja

**Štampa/Printed by:** SaTCIP, Vrnjačka Banja

**Tiraž/Copies:** 200 primeraka

**ISBN 978-86-7352-257-9**

Publikovanje ovog zbornika radova odobreno je od strane Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

**Svi radovi u zborniku su recenzovani**

**Ovaj zbornik radova je štampan uz finansijsku pomoć Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije**

## ORGANIZATORI/ORGANIZERS:

UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO - GEOLOŠKI FAKULTET  
*UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF MINING AND GEOLOGY*

SRPSKO ODELJENJE MEĐUNARODNE AKADEMIJE NAUKA ZA EKOLOGIJU I BEZBEDNOST  
(MANEB SRBIJA)  
*SERBIAN DIVISION OF INTERNATIONAL ACADEMY OF ECOLOGY AND LIFE PROTECTION  
SCIENCES (MANEB SERBIA)*

## SUORGANIZATORI/COORGANIZERS

MOSKOVSKI DRŽAVNI RUDARSKI UNIVERZITET (MGGU), MOSKVA, RUSIJA  
*MOSCOW STATE MINING UNIVERSITY (MSMU), MOSCOW, RUSSIA*

BERG FAKULTET TEHNIČKOG UNIVERZITETA, KOŠICE, SLOVAČKA  
*BERG FACULTY, TECHNICAL UNIVERSITY, KOŠICE*

## PROGRAMSKI (NAUČNI) ODBOR/SCIENTIFIC COMMITTEE:

**Prof. Jerzy Antoni**ak, Politehnika Slaska, Gliwice, Poljska, **Prof. Jan Boroška**, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, **Prof. Zoran Despodov**, Rudarsko-geološki fakultet Štip, Makedonija, **Prof. Carsten Drebestedt**, Rudarska akademija Frajberg, Nemačka, **Prof. Vladimir I. Galkin**, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, **Prof. Nediljka Gaurina-Međimurec**, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska, **Prof. Mircea Georgescu**, Univerzitet Petrošani, Rumunija, **Prof. Nebojša Gojković**, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, **Prof. Horst Gondek**, Vysoka škola banska, Ostrava, Češka, **Prof. Miloš Grujić**, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, **Prof. Jozef Hansel**, AGH Krakow, Poljska, **Prof. Monika Hardygora**, Tehnički univerzitet Wroclaw, Poljska, **Prof. Vencislav Ivanov**, Rudarsko-geološki univerzitet Sofija, Bugarska, **Prof. Ilias Nikolae**, Univerzitet Petrošani, Rumunija, **Akademik Borislav Jovanović**, SANU Beograd, **Prof. Nikolaj M. Kačurin**, Turski državni univerzitet, Tula, Rusija, **Prof. Božo Kolonja**, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, **Prof. Dušan Malindžak**, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, **Prof. Daniela Marasova**, BERG fakultet, TU Košice, Slovačka, **Dr Miloš Milanković**, Elektromreža Srbije, **Prof. Lav A. Pučkov**, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, **Prof. Oleg N. Rusak**, Međunarodna akademija nauka za ekologiju i bezbednost, Rusija, **Prof. Evgenia E. Šeško**, Moskovski državni rudarski univerzitet, Rusija, **Prof. Miodrag Žikić**, Tehnički fakultet, Bor, **Doc. Ivica Ristović**, Rudarsko-geološki fakultet Beograd

## POČASNI ODBOR/COMMITTEE OF HONOUR

**Goran Bojić**, generalni direktor JP PEU, Resavica, **prof. dr Vladica Cvetković**, dekan Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, **Nebojša Čeran**, direktor PD RB Kolubara, **dr Zlatko Dragosavljević**, državni sekretar, Min. živ. sr., rudarstva i prost. plan., Beograd, **Dragan Jovanović**, direktor PD TEKO Kostolac, **Dragomir Marković**, gen. direktor EPS, **dr Miloš Milanković**, gen. direktor EMS

## ORGANIZACIONI ODBOR/ORGANIZING COMMITTEE:

**Prof. Miloš Grujić**, RGF Beograd (predsednik), **Doc. Ivica Ristović**, RGF Beograd (potpredsednik), **Doc. Gabriel Fedorko**, TU Košice (potpredsenik), **Doc. Olga E. Šeško**, MGGU Moskva (potpredsednik), **Prof. Dragoslav Kuzmanović**, Saobraćajni fakultet Beograd, **Doc. Dejan Mirakovski**, RGF Štip, **Doc. Tatjana Sviridova**, TulGU Tula, **Doc. Vierslav Molnar**, TU Košice, **Dr Ljubodrag Ristić**, Balkanološki institut SANU, Beograd, **Dragana Erdeljan**, Min. živ. sr., rud. i prost. plan., Beograd, **Miroslav Ivković**, TEKO Kostolac, **Mihajlo Gavrić**, EPS Beograd, **Milan Stojaković**, RB Kolubara Lazarevac, **Radivoje Milanović**, EPS Beograd, **Vukica Popadić Njunjić**, RB Kolubara Lazarevac, **Žika Jovanović**, EMS Beograd, **Gordana Tomašević**, RB Kolubara Lazarevac, **Branislav Pajić**, RB Kolubara Lazarevac, **Dragomir Zečević**, JP PEU Resavica, **Momčilo Momčilović**, TEKO Kostolac, **Velibor Popović**, TEKO Kostolac, **Mirjana Uzelac**, EMS Beograd, **Miliša Jovanović**, EMS Beograd, **Zdravko Zarić**, JP PEU Resavica, **Katarina Ralović**, RGF Beograd.



## PREFACE

The Faculty of Mining and Geology, Belgrade University and the Serbian Division of the International Academy of Ecology and Life Protection (MANEB Serbia) are organizing the integrated professional-scientific symposium TIORIR '11. This gathering of scientists and experts integrates three traditional scientific conferences, as follows:

- 8<sup>th</sup> International Symposium on Mine Haulage and Hoisting ISTI '11,
- International Symposium – Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11 (previously Mining and Environmental Protection- MEP),
- 3<sup>rd</sup> International Conference –History of Mining in the Central Europe IRSE '11.

The current situation of mine haulage is, generally, inappropriate, having in mind needs for mineral raw materials. Therefore it is necessary to constantly search for such haulage and hoisting solutions that could satisfy the need that all phases in mineral processing are highly productive. Tendency of the increase in demands for energy, metallic and other mineral raw materials represents a new incentive for the growth of mine haulage and hoisting. Therefore, all those involved in the mine haulage area (scientific workers, designers, manufacturers of mine haulage and hoisting equipment etc.) must take a more active part in this work. In this way, it will be possible to give the right solutions, satisfactory for all actors.

Starting from the basic characteristics of the sustainable development concept, defined in the Agenda 21, which requires the integration of economical, environmental, social and health aspects of the growth, but also preventive actions, it is determined that there is a need for the mineral, energy and environmental basis, necessary for human activities, to be conserved. Mining and Energy industry are among those activities for which the sustainable development should be the most important tendency in planning and taking actions. This Symposium is in a way the successor of the international convention Mining and Environmental Protection (MEP), which was being held from 1996 to 2003 (every two years) and which is not held any longer, mostly due to technical reasons. The sustainable development topic represents an extended logical continuation and higher level of dealing with this kind of issues.

For a longer period of time, the region of the Central Europe has been deemed as one of the most developed parts of the Continent. The diversity of and demand for metallic mineral raw materials gave rise to an early growth of mining on this territory, starting from the Pre-history through Antiquity to the Middle Ages, when mining gained the full recognition and became the main and most profitable business activity of some regions. Later, in modern times, there was also a growth of energy mining, which, in return, put to the fore the Central European countries. More and more extensive coal exploitation, a little bit lower exploitation of oil and gas, and in the past century of Uranium, have confirmed the thesis that the Central European countries were mining countries through history, but that they also currently hold a significant position in this basic field.

For symposium TIORIR 11 is sent and printed in this volume of papers 93, a number of authors of these papers is the 180. The authors come from 13 countries from over 40 different scientific, engineering and economic organizations. We hope that they will fully contribute to the success of this event.

Editor

## MINERAL RESOURCES IN MACEDONIA

### RUDNO I MINERALNO BOGATSTVO MAKEDONIJE

Orce Spasovski<sup>1</sup>, Risto Dambov<sup>1</sup>, Duško Nikolovski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet Goce Delčev, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka, Stip, Macedonia

<sup>2</sup>Međunaroden slavjanski institut - Sv. Nikole, Macedonia

**Abstract:** Within this paper attempt was made to present mineral potential of the Republic of Macedonia. With compilation approach is made review of the natural mineral resources, some of the data are results from the geological investigations done in the perennial period. Separate presentation was made for metallic, non – metallic and energetics mineral raw materials, and for some of them are present perspective areas and directions for further investigations.

**Key words:** mineral raw materials, polymetals, precious metals, non – metals, energetics, Macedonia, potential

**Apstrakt:** U okviru ovog rada napravljen je pokušaj u kratkim crtama prikazati mineralnu potencijalnost Republike Makedonije. Kroz jedan kompilacijski pristup urađen je pregled prirodnih mineralnih resursa, pojedine podatke su rezultat geoloških istraživanja vršena u jednom dugogodišnjem periodu. Urađen je poseban prikaz za metalne, nemetalne i energetske mineralne sirovine, a za pojedine sirovine prikazani su perspektivni prostori i pravci daljih istraživanja.

**Ključne reči:** mineralne sirovine, polimetali, plemeniti metali, nemetali, energetske sirovine, Makedonija, potencijalnost.

#### 1. UVOD

Teritorija Makedonije je svojim geološkim i tektonskim sklopom bila preduslov za stvaranje raznovrsnih, brojnih i često veoma velikih ležišta kako metalnih, nemetalnih i energetskih mineralnih resursa, tako i bogatstva rudnih minerala. Mineralno bogatstvo Makedonije je korišćeno još u antičko doba. U staromakedonskom periodu korišćeni su od Filipa Makedonskog i Aleksandra Makedonskog zlatonosni nanosi Konjske Reke (Gevgelija), Vardara kao i Sb i As rude u Alšaru. Isto tako za vreme rimske vladavine korišćeno je zlato, srebro i olovo (Zlatica kod Kratova), olovo (kod Nežilova i Openice i dr.), bakra (kod Došnjice). Ova eksploatacija je nastavljena u srednjem veku naročito gvožđa, olova, bakra, zlata i srebra od strane saskih rudara i produžava se u dobu turskog ropstva kad su korišćeni takođe: gvožđe, olovo, zlato, srebro, hrom, antimon i arsen. Treba naglasiti da je u Makedoniji počela jedna od prvih proizvodnji hromnih ruda u svetu u Raduši, Lojanimu i na Kožufu.

Međutim, stvarni i nagli razvoj rudarstva u Makedoniji je počeo posle oslobođenja, kad je u relativno kratkom periodu istražen i otvoren veliki broj ležišta metalnih, nemetalnih i energetskih sirovina. Od samo nekoliko rudnika pre rata danas u Makedoniji radi više rudarskih pogona. Na bazi ovih podignuti su prerađivački kapaciteti: Železara – “Skopje“, Topionica olova i cinka “Zletovo“, Elektrometalurški kombinat Jugohrom (Ferohrom, ferosilicium, siliciummetal), Topionica feronikla FENI u Kavadarima, bakar u Bučimu, kao i kapaciteti za dalju finalizaciju ovih sirovina.

Na bogatstvu Makedonije u nemetalnim sirovinama zasniva se takođe razvoj velikih objekata kao: Jugoporcelan - Veles, Silika - Gostivar, Sanitarna keramika — Strumica, Staklana - Skopje, Bezalkalno staklo - Gostivar, Silika - Gostivar, Cementara “Usje“, Sileks - Kratovo, Opalit - Čerinovo, Mermerni kombinati u: Prilepu, Gostivaru, Tetovu i Kičevu i drugi.

Međutim, ovim nisu iscrpljene sve mogućnosti makedonske zemlje i dalja njena istraživanja pružiće nam još mnogo prijatnih iznenađenja. U ovom kratkom osvrtu pokušaćemo da damo prikaz mineralnog bogatstva Makedonije i njegove perspektive o pojedinim sirovinama.

## **2. PRIKAZ MINERALNOG BOGATSTVA**

### **2.1 Gvožđe**

U Makedoniji postoji veliki broj nalazišta gvožđenih ruda od kojih su tri bili u eksploataciji: rudnik “Tajmište” i Demir Hisar vezani za paleozojske stene Zapadne Makedonije u kojima dominiraju sideritsko-šamozitske rude. Ova dva rudnika su predstavljali sirovinsku bazu Skopske Železare. Pored ovih u eksploataciji je bilo i skarnovsko ležište magnetitsko-hematitske rude Damjan kod Radoviša, vezano za terciarni magmatizam, koje se takođe nalazilo u sklopu skopske Železare.

Pored ovih rudnika postoji još veliki broj nalazišta gvožđenih ruda koje su ili istraživane ili treba da se istrajuju, kao na primer limonitske rude jezersko-sedimentnog tipa kod Pehčeva sa kvalitetnom rudom i znatnim rezervama. Ovo je jedinstveno ležište ovog tipa u Makedoniji. U Zapadnoj Makedoniji postoji ceo niz submarinsko-vulkanogeno-eshalaciono-sedimentnih nalazišta tipa Tajmišta koja treba detaljnije istražiti (Malkovec, Grko Pole, Požarane i dr.).

U starim stenama srpsko-makedonskog masiva postoje impregnacije titano-magnetitskih ruda i ilmenita kod Mitrašinaca, a u Zapadnoj Makedoniji impregnacije titano-magnetita kod Slepče - Demir Hisar. U poslednje vreme otkrivene su velike zone titano-magnetita kod Gevgelije u gabroidnim stenama masiva Demir Kapija — Gevgelija.

Interesantno je takođe skarnovsko ležište Bukovo kod Demir Kapije na spoju jurskih granitoida i paleozojskih krečnjaka sa mineralizacijom gvožđa, bakra i cinka (magnetit, hematit, pirit, halkopirit, sfalerit, galenit, bizmutinit i dr.). Ovome treba takođe dodati i gvožđenih ruda na području Skopske Crne Gore i Veleša, vezanih za paleozojske bazične vulkanogeno-sedimentne tvorevine (magnetit i hematit).

Značajne rezerve gvožđa se kriju i u gvoždено-niklovim rudama Rzanova (magnetit, hematit, maghemit, limonit i dr.), iz kojih se dobijaju koncentracije sa više od 50% gvožđa i malim sadržajem nikla i hroma. Značajne količine magnetitskih koncentrata mogu se dobiti kao nusprodukt iz porfirskih ležišta bakra kod Bučima.

### **2.2 Nikl**

Velika ležišta nikla su otkrivena posle oslobođenja u zapadnom delu Vardarske zone, vezana za lateritske procese na ultrabazitima. Ovde se najčešće radi o pretaloženim produktima lateritskih kora, a negde se susreću i relikti samih lateritskih kora. Najznačajnije ležište pretaloženog tipa je Ržanova koje predstavlja sirovinsku bazu topionice feronikla FENI kod Kavadar. Ova topionica i ovo naše ležište doprineće da Makedonija u Evropi najveći proizvođači nikla na bazi sopstvenih sirovina. Ležište je nastalo pretaložavanjem lateritskih kora u gornjoj kredi sa mineralnom paragenezom: magnetit, hematit, limonit, maghemit, hromit, milerit, lineit, krosit, talk i dr. Pored Ržanova postoje brojna manje istražena nalazišta ovog tipa sa bogatijom rudom gvožđa i nikla (Groot, Vrvovi, Oraovec, Bojančište, Klinovo i dr.) i ogromna ležišta sa siromašnijom rudom nikla i gvožđa (Rakle, Nikodin, Crna Tumba, Pčinja i dr.). Sve ove rude pored nikla, gvožđa i hroma sadrže još i kobalt.

### **2.3 Hrom**

Glavnu eksploataciju hromnih ruda u bivšoj Jugoslaviji davala je Makedonija iz nalazišta u masivima: Raduše, Lojana, Rabrova i na Kozufu. U ovim masivima postoji brojna mineralizacija hromnih ruda, a najznačajnija su ležišta u masivu Raduše. Ovde se susreću i krupna rudna tela (Nada, Orašje, Stankovec i

dr.), a pronađeno je dosad najveće rudno telo hromita u bivšoj Jugoslaviji - Vitina Padina. Kako raduški, tako i ostali masivi ultrabazita su veoma perspektivni za otkrivanje novih rezervi hromnih ruda.

## 2.4 Mangan

Nalazišta manganskih ruda u Makedoniji su brojna, ali su velike rezerve ovih pronađene i istražene u paleozoiku Zapadne Makedonije na planini Stogovo. Radi se o karbonatnim i oksidnim rudama mangana, submarinsko-vulkanogeno-eshalacio-no-sedimentnog tipa sa umerenim sadržajem mangana. Pored ovih postoji još znatan broj rudnih nalazišta mangana kako u Zapadnoj Makedoniji (Gostivar, Kobilica, Babin Srt, Cer, Galičnik i dr.) tako i u vardarskoj zoni (Sirkovo, Čičevo, Klepa i dr.). Međutim, najperspektivnija su nalazišta u Zapadnoj Makedoniji na planini Stogovo.

## 2.5 Titan

Mineralizacija titana u Makedoniji se javlja u kristalizacionim diferencijatima, metamorfnim bazičnim stena amfibolitima u srpsko-makedonskom masivu u obliku titano-magnetita i ilmenita (Mitrašinci), kao i u obliku rutila i ilmenita u metamorfnim-bazičnim stenama - amfibolitima u Pelagonskom masivu. Radi se o niskoprocentnim rudama titana koje će verovatno u skorij budućnosti biti interesantne. Pored ovih otkrivene su i značajne pojave titanomagnetita kod Gevgelije u bazičnim gabroidnim stenama trijasko starosti kao i u bazičnim stenama kod Slepča i Zapadnoj Makedoniji.

Iz gornjeg se vidi da Makedonija raspolaže znatnom sirovinskom bazom za razvoj crne metalurgije: gvoždem, niklom, kobaltom, hromom, manganom, titanom, silicijum metalom, ferosilicijumom, njen razvoj treba pored ostalog usmeravati i u tom pravcu. Pored sirovina za crnu metalurgiju postoji i znatan sirovinski potencijal za obojenu metalurgiju. Ovde se posebno ističu rude olova, cinka, bakra, antimona i arsena.

## 2.6 Olovo i cink

Najznačajniji potencijal u obojenim metalima pripada svakako rudama olova i cinka. U poslednjih godina Makedonija je zauzela značajno mesto u regionu u pogledu potencijala ovih ruda. Od mnogobrojnih ležišta olovno cinkanih ruda treba posebno istaći najznačajniju metalogenetsku zonu Sasa - Toranica, kao i rudni reon Kratova i Zletova. Ovde su u pogonu tri velika rudnika olova i cinka: Zletovo, Sasa i Toranica. Ovi rudnici predstavljaju sirovinsku bazu olova i cinka i prateće nusproizvoda (srebro, bizmut, kadmijum, sumporna kiselina, superfosfati idr.). Ova područja su veoma potencijalna za dalje proširivanje rudnih rezervi. Novo interesantno područje za olovno-cinkovu mineralizaciju je rudni rejon Luke-Samar-Plavilo, zatim rudni rejon Pehčevo. U ovim rudnim zonama mineralizacija se javlja u obliku žica, metasomatskih tela i moćnih zona drobljenja (Zletovo, Sasa, Toranica, Sredno Brdo, Ruen, Golema Reka, Plavilo idr.). Sve ove rude su bogate i sadrže znatne količine srebra.

Pored ovih nalazišta postoji i submarinsko-vulkanogeno-eshalaciono-sedimentna mineralizacija sa ogromnim rudnim rezervama a niskim sadržajem cinka i olova (2-3%) kod Bašiboza u Vardarskoj zoni i kod Berikova u Zapadnoj Makedoniji. Ove rezerve predstavljaju značajan potencijal budućnosti. Od ostalih brojnih ležišta olova i cinka pomenućemo još ležište kod Nežilova u Pelagonskom masivu. Radi se o polimetaličnom ležištu u škriljcima mešane serije Pelagonskog masiva (Pb, Zn, Cu, Ba, Rb, Cs, Li i dr.), sa retkom paragenezom minerala po kojima ovo naše ležište liči na poznata, retka, metamorfisana ležišta Franklin Furnace u SAD sa: franklinitom, ganitom, kreitonitom, piemontitom, sfenom, kumritom, sfaleritom, galenitom, da-viditom, tetraeditom i dr.

## 2.7 Bakar

Posle dugih istraživačkih radova, obavljenih posle oslobođenja, otvoren je u Makedoniji rudnik bakra kod Bučima - Radoviša. Ovim je Makedonija postala druga republika u bivšoj Jugoslaviji posle Srbije sa proizvodnjom bakra. Rudnik bakra se javlja u rudnom rejonu Bučima na više lokalizacija: Centralno telo,

Vršnik, Čukar, Borov Dol, Bunardžik i dr. Ovde se mineralizacija javlja u takozvanoj porfirskoj mineralizaciji bakra sa niskim sadržajima bakra u rudi, praćena srebrom, zlatom i molibdenom kao i magnetitom. Pored bakra dobija se još kao nusprodukt zlato, a planirano je dobijanje i magnetita. Mineralizacija je vezana za tercijski granodioritski magmatizam. Mineralna parageneza se sastoji od: halkopirita, pirita, bornita, magnetita, hematita, molibdenita, kovelina, halkozina, samorodnog zlata, prustita i dr.

Porfirski mineralizacija bakra je poznata i u rudnom rejonu Kratova Zletova kod Plavice-Zlatice, gde su u toku obimni istraživački radovi koji daju pozitivne rezultate. Mineralizacija je slična kao i kod Bučima uz prisustvo u paragenezi još tetraedrita i enargita. Pored Plavice u rudnom rejonu Kratova-Zletova postoje još brojne indikacije za bakarnu mineralizaciju porfirskog tipa kod: Borovika, Crnog Vrva, Tursko Rudare i dr. U rudnom rejonu Sasa-Toranica postoji takođe indikacija za bakarnu mineralizaciju ovog tipa (Crvena Reka) kod Pehčeva i kod Bukovika.

Od drugih nalazišta bakra treba istaći značajno nalazište bakra u Vardarskoj zoni od Demir Kapije do Gevgelije (Dren, Drčevica, Boula, Kolniš, Klisura, Kazan Dol, Strelišće i dr.), sa jednostavnim paragenezama: halkopiritom, piritom, samorodnim bakrom, kao i skarnovsku pojavu (Bukovo). Sva ova nalazišta su vezana za jurski granitoidni magmatizam.

Poslednjih godina su otkriveni skarnovi sa bakarnom mineralizacijom kod Radoviša vezani za kontakte metamorfisanih paleozojskih bazičnih stena — anfibolita i paleozojskih mermera.

U paleozojskim stenama Vardarske zone i Zapadno Makedon-skog masiva postoje ležišta submarinsko-vulkanogeno-eshalaciono-sedimentnog tipa (masivni sulfidi) kod Šap Deresija, kod Mička i kod Berikova. Ova su ležišta vezana za bazični magmatizam.

U Vardarskoj zoni postoje takođe brojna ležišta bakra tipa „red beds“-a, vezana za kredni bazični magmatizam (Mrzen, Kamenica, Pološko, Zelezna Vrata i dr.).

## 2.8 Antimon, Arsen

Mineralizacija antimona i arsena je poznata na nekoliko mesta u Makedoniji: Alšar, Lojane, Smrdlića Voda, Nikušćak, Krstov Dol i Džermol. Od ovih su ekonomski najinteresantnija ležišta: Alšar i Lojane gde se javljaju arsen i antimon, dok su ležišta kod Nikušćaka i Krstovog Dola samo antimonska, a ležišta kod Džermola na Šar Pianini samo arsenska - samородni arsen.

Svakako je najinteresantnije ležište antimonsko-arsensko-taliske rude kod Alšara. Ovde se ruda javlja na spoju andezita i krečnjaka u silifikovanim zonama - džaspilitima, koji su potisnuli metazomatski krečnjake i u njima je stvorena štokverzna mineralizacija antimona i arsena. Mineralna parageneza je interesantna naročito pojavama minerala talijuma, jedinstvenih u svetu. Mineralna parageneza se sastoji od: antimonita, realgara, auripigmenta, pirita, markazita, barita i dr. Međutim, ovo ležište čine svetskim raritetom minerali talijuma: lorandit, ( $\text{TlAsS}_2$ ), vrbait ( $\text{Hg}_3 \text{Tl}_4\text{As}_8\text{Sb}_2\text{S}_{20}$ ), ragenit ( $\text{TlFeS}_2$ ), pikopolit ( $\text{TlFe}_2\text{S}_3$ ), parapierotit ( $\text{TlSb}_5\text{S}_8$ ) i rebulit ( $\text{TlAsSb}_2\text{S}_3$ ), koji se javljaju jedino u Alšaru.

Alšar i Lojane imaju znatne rezerve antimona i arsena, dok se u Krstovom Dolu javlja bertijerit, u Nikušćaku se pored antimonita javlja i cinabarit, a u Džermolu samородni arsen.

## 2.9 Plemeniti metali

Plemeniti su metali u Makedoniji otkriveni još u antičko doba. Zlato su eksploatisali još stari makedonski vladari (Filip Makedonski i Aleksandar Makedonski) u aluvijonima Konjske Reke, Došnice i Vardara, a kasnije je vađeno u nanosima Krive Lakavice, Peklanske Reke, Bregalnice, Markove Reke i druge.

Dašas se zlato proizvodi u Makedoniji kao nusprodukt pri preradi bakarnih ruda (Bućim), a nalazi se još i u Zlatici, Dudici, Alšaru i druge. Srebro je prisutno i proizvodi se u znatnim kolićinama kao nusprodukt

kod prerade olovno-cinkovih ruda gde se javlja kao izomorfna primesa u galenitima. Kod Samara (Kriva Palanka) postoje žice koje bi se mogle tretirati kao srebrnosne, jer sadrže visok procenat srebra. Platina je nađena u Makedoniji na nekoliko mesta u nanosima Vardara, Došnice i kod Rabrova.

## **2.10 Uran i torium**

U Makedoniji su poznata brojna mineralna ležišta radioaktivnih elemenata. Najbrojnija su ležišta u Pelagonskom masivu, zatim u srpsko-makedonskom masivu i Vardarskoj zoni. Od svih ovih najznačajnija je mineralizacija urana u Zletovskoj reci, vezana za terciarni magmatizam. Ostala nalazišta su vezana za: granite, gnajseve, amfibolite, pegmatite i kvarcporfire različite starosti. Neke od njih pripadaju takozvanoj petoelementnoj formaciji.

## **2.11 Retki elementi**

Retki elementi su dosta prisutni u pojedinim rudnim ležištima Makedonije. Tako na primer olovno-cinkove rude nose: kadmium i bizmut, rude antimona i arsena u Alšaru nose znatne količine talijuma, rude polimetaličnog ležišta Nežilovo nose Rb, Cs, Li, karbonatiti kod krive Lakavice nose Ce, La, Pr, Ga, Y, Nd, Sr, ugljevi kod Suvog Dola kod Bitole nose znatne količine Be. Međutim, sva ova ležišta su zasad nedovoljno ispitana.

## **2.12 Nemetalni**

Pored bogatstva u metalnim sirovinama Makedonija je takođe bogata i u nemetalnim sirovinama. Kaliski feldspati se dobijaju u brojnim pegmatitskim žicama pe-lagonskog masiva (Ravna Niva, Beluče, Čaniste, Avdi Pašin An, Kapinovo i dr.), gde se pored feldspata kao nusprodukt dobija i liskun. Pored ovih žičnih tela kaliskih feldspata postoje stene sa visokim sadržajem kalijuma kod Nežilova, Crnog Kamena, Ograždena, Bužima i dr.

Međutim, najveće mase natriskog feldspata se dobijaju na Ograždenu kod Strumice. Ovde se nalaze nekoliko veoma krupnih tela albita sa vrlo kvalitetnom sirovinom, koja se izvozi u više zemalja Evrope.

Brojna su takođe ležišta kvarca i silicita. Ležišta primarnog i sekundarnog kvarca širom Makedonije se koriste za proizvodnju silicijuma metala i ferosilicijuma (Makedonski Brod, Kriva Lakavica, Pelagonski masiv, Sileks i dr.). Ove se sirovine dalje koriste za proizvodnju silikaopeke (nalazišta kod Gostivara, Kičeva, Kavadarca, Sileks i dr.). Kod Kratova (Cm Vrv) postoji jedinstveno ležište sileksa u Evropi, i jedno od retkih u svetu. Od ove sirovine se izrađuju segmenti i kugle za mlinove za drobljenje finih supstanci u kojima ne sme ući gvozd. Na bazi dijamantske zemlje kod Manastira u Mariovu (najveće ležište ove vrste u zemlji), u fabrici »Partizan« u Prilepu proizvođivani su kiseli otporni opeke. Velike količine trepela su otkrivene iznad uglja u Suvom Dolu kod Bitole. Kod Česinova se eksploatisu velike količine opalita kao punioca za cementnu i dr. industriju. Opalit postoji i kod Bajlovača kod Kumanova kao opalska breča. Kvarcni pesak za industriju stakla se dobija kod Skoplja (Solnje, Markova Reka), a poznata su nalazišta još kod Kozle i Veleša. Kvalitetni kvarc za proizvodnju bezalkalnog stakla i staklene vune se dobija u Pelagonskom masivu kod Bitole.

Za refrakternu industriju osim kvarca koristi se dolomit iz nalazišta kod Gostivara i Makedonskog Broda. Kao refrakterni materijal su poznata i brojna nalazišta distena u Pelagonskom masivu (Prilepec, Bonče, Bobište, Crna Reka), kao i andaluzita kod Berova. Ova se nalazišta još uvek ne eksploatišu.

U Pelagonskom masivu su otkriveni i koristena su ležišta perlita, kao izolacionog materijala u građevinarstvu. Velike količine prirodno-ekspandiranog vulkanskog stakla - pemze su otkrivene na visoravni Vitačevo kod Kavadarca, ali se još uvek ne koriste. Kod Krive Palanke, kod Ginovača i Rankovača su otkriveni i koriste se velika ležišta bentonita, a tokom poslednjih godina otkriveno je još veće ležište ovih sirovina kod Tatomira blizu Kratova. Kaolin i kaolinske gline dobijaju se kod Pehčeva i Kičeva, a u poslednje vreme vrše se ispitivanja kvalitetnih kaolinita kod Gevgelije.



Makedonija je takođe bogata ukrasnim kamenjem: mermer, krečnjak, travertin, oniks, granit, gabro, amfibolit, gnajs, krovni škriljci i drugi.

Velike mase mermera se nalaze u Pelagonskom masivu na potezu od Skoplja do makedonsko-grčke granice. Beli saharoidni mermeri tipa Karara se koristi u nalazištu Sivec kod Prilepa, gde se mermer prerađuje u velikom mermernom kombinatu. Pored toga se obojeni mermeri eksploatišu i prerađuju kod: Gostivara, Kičeva, Makedonskog Broda i Kavadara. Proizvodnja travertina je takođe značajna i zasad se koriste travertini kod Skoplja i nemetala kod Tetova, kod Lipkova i kod Kumanova. Ispod Šar Planine, na više mesta, kao i kod Bečišta u Pelagonskom masivu, nalaze se ležišta mermernog oniksa lepih boja.

U fabrici »Partizan« u Prilepu vršena je eksploatacija na tvrdih ukrasnih silikatnih stena: granita, gnajsa i amfibolita koji se dobijaju u Pelagonskom masivu. Pored ovih postoje i brojna druga nalazišta silikatnog ukrasnog kamena: gabro, amfibolit, granit, migmatit, gnajs, škriljci, koja treba takođe u buduće istražiti i čiju eksploataciju treba osvojiti.

Kod Velesa su eksploatisana ležišta krovnog škriljca u dekorativne svrhe (crni argilošisti) za oblaganje zgrada, naročito interijera.

Od brojnih ležišta i nalazišta talka u Makedoniji eksploatiše se jedino ležište kod Izvora kod Velesa.

Veoma veliko ležište gipsa i anhidrita se nalazi kod Debra. Ono je u eksploataciji i gips se prerađuje u fabrici gipsa kod Debra. Pojedini delovi ovog ležišta su izgrađeni od krupnih kristala providnog gipsa, dugačkih do jednog metra - varijetet marijen glas. Značajna nalazišta barita su otkrivena u ležištu Nežilovo kod Velesa, ali se ne eksploatišu. Lepi kristali barita, često zonarne grade, se javljaju u rudnim žicama Zletova.

### **3. ENERGETSKI RESUSI**

Do pre nekoliko godina Makedonija je bila okvalifikovana kao područje potpuno neperspektivno za energetske resurse, naročito sa aspekta uglja. Međutim, tokom poslednjih godina otkrivena su značajna ležišta uglja - lignita u mnogim neogenim basenima: Pelagonski basen, Kičevski basen, Tikveški basen, Vitoliški basen, Skopski basen, Delčevski basen, Struški basen i drugim, koji su demantovali ovakva shvatanja. Na nekim od ovih basena su izgrađene velike termocentrale (Bitola I, Oslomej), dok ostali baseni predstavljaju bazu za ublažavanje energetske krize u R Makedoniji u budućnosti.

Pored ovog kod Plesinača kod Zletova postoji veliko ležište bituminoznih škriljaca, koji se sada ispituju. Nalazišta bituminoznih škriljaca postoje još i kod Bajlovača (Kumanovo), kod Deičeva i druge.

Znatne nade u poslednje vreme pruža i istraživanje geotermalne energije u Makedoniji. Vec su neki rezultati započetih intenzivnih istraživanja dali pozitivne rezultate i tople se vode koriste za zagrevanje staklenih bašta kod Kocana i Strumice. Izgledi za dobijanje geotermičke energije iz podzemlja su perspektivni u okolini Skoplja, Debra, Kumanova, Kočana, Strumice, Valandova, Štipa, Gevgelije, Kratova i dr. i u toku su naponi za njihovo istraživanje i osvajanje.

U Makedoniji nisu iskorisćene sve mogućnosti za dobijanje hidro-energije kao i energije sunca.

Međutim, izgledi za pronalazenje nalazišta nafte i gasa nažalost u Makedoniji su veoma mali.

### **4. ZAKLJUČAK**

Prostori koji teritorijalno pripadaju R. Makedoniji su izrazito potencijalni u pogledu brojne i različite mineralne i energetske sirovine. Ova potencijalnost je rezultat složenosti ovog prostora sa stratigrafskog, strukturološkog i metalogenetskog aspekta. Postoji određena grupa mineralne sirovine povezane za stare prekambriške komplekse, druga grupa povezana za trećijarni vulkanski kompleksi (polimetali) i energetske sirovine (ugljevi) povezani za mlađji sedimentacioni baseni.

Kao potencijalne mineralne sirovine prioritetni mogu se smatrati polimetali (olovo, cink, bakar, zlato, srebro), mermeri, silicijske sirovine, gline, feldspati, ugljevi, bituminozne škriljce i tremomineralne vode.

Makedonska sirovinska baza ima i svoje probleme kao na primer: nizak sadržaj komponenti u nekim rudama (Fe, Cu, Ni), nedovoljna istraženost, nedovoljno iskustvo kako u rudarstvu, tako i u pojedinim granama u industriji. Dalje smeta razbijenost pojedinih pogona i sirovina, nedovoljno korišćenje svih komponenti u ležištima itd. Međutim, pored svega toga, bogatstvo mineralnih sirovina u Makedoniji pruža nadu i perspektivu za dalji razvoj industrije i celovitog života Makedonije.

## LITERATURA

- [1] Denkovski, G., Petrovski, K., Micevski, E., Aleksandrov M., 1990: *Postignati rezultati i aktuelni problemi na geološkite istraživanja vo Socijalistička Republika Makedonija*. XII Kongres na Geoložite na Jugoslavija. Kn. IV, 14-21, Ohrid
- [2] Bogoevski, K., Denkovski, G., Mladenovski G., 1989: *Plemeniti metali, retki metali, raseani elementi i retki zemji vo SR Makedonija*. Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 118 - 129, Skopje.
- [3] Veljanovski, V., Jovanovic, D., 1989: *Surovini za razvqj na crnata metalurgija vo SR Makedonija*, Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 43 - 55, Skopje.
- [4] Ivanov, T., 1983: *Mineralna surovinska baza na SR Makedonija*. Okrugla masa, Leunovo.
- [5] Ivanovski, S., 1989: *Sostojba. problemi i prioritetni zadaci vo razvojot na olovoto i cinkot vo SR Makedonija*. Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 13-34, Skopje.
- [6] Lazarov, P., 1989: *Energetski mineralni surovini*. Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 35 -42, Skopje.
- [7] Novkovski, T., 1989: *Geotermalni energetski resursi vo SR Makedonija*. Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 130 - 138, Skopje.
- [8] Paskalev, V., 1989: *Prioiitetni zadači vo tehnološkiot razvoj za optimalna valorizacija na arhitektonsko-gradežniot kamen vo SR Makedonija*. Zbornik na trudovi od trkalezna masa, 56 - 66. Skopje.
- [9] Čifliganec, V., Bogoevski, K., 1990: *Osnovni karakteristiki i problemi na mineralno-surovinskata baza vo Jugoslavija i pravci vo ponatamošniot razvoj*. XII Kongres na geoložite na Jugoslavija, Kn.IV, 22 - 31, Ohrid.